



(10) **DE 10 2021 203 212 A1** 2022.10.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 203 212.5**

(22) Anmeldetag: **30.03.2021**

(43) Offenlegungstag: **06.10.2022**

(51) Int Cl.: **H02K 3/32 (2006.01)**

**H02K 3/28 (2006.01)**

**H02K 1/16 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH,  
91056 Erlangen, DE**

(72) Erfinder:  
**Dotz, Boris, 97616 Bad Neustadt, DE; Finger-  
Albert, Christian, 97616 Bad Neustadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2018 118 280	A1
US	2020 / 0 343 794	A1
CN	1 11 668 960	A
CN	1 10 971 021	A
CN	2 10 608 731	U

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

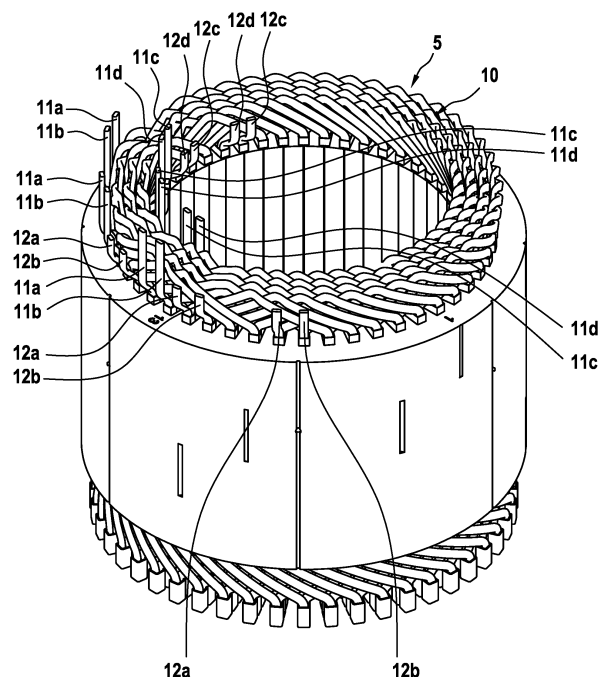
(54) Bezeichnung: **Stator für eine elektrische Maschine und elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Stator (1) für eine elektrische Maschine (101), aufweisend einen Stator Kern (2) mit einer ersten Stirnseite (3) und einer zweiten Stirnseite (4) und eine Statorwicklung (5), die mehrere Teilwicklungen aufweist und eine Anzahl von Strängen ausbildet, wobei jede Teilwicklung

- mehrere Formleiter (7), die sich entlang einer Axialrichtung an vorgegebenen Winkelpositionen in Umfangsrichtung durch den Stator Kern (2) erstrecken,

- einen ersten Endabschnitt (11a-d), der ein freies Ende der Teilwicklung umfasst, an der ersten Stirnseite (3) aus dem Stator Kern (2) herausragt und

- einen zweiten Endabschnitt (12a-d) aufweist, wobei der erste Endabschnitt (11a-d) an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern (2) herausragt und sich an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung erstreckt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator für eine elektrische Maschine, aufweisend einen Stator Kern mit einer ersten Stirnseite und einer zweiten Stirnseite und eine Statorwicklung, die mehrere Teilwicklungen aufweist und eine Anzahl von Strängen ausbildet, wobei jede Teilwicklung mehrere Formleiter, die sich entlang einer Axialrichtung an vorgegebenen Winkelpositionen in Umfangsrichtung durch den Stator Kern erstrecken, einen ersten Endabschnitt, der ein freies Ende der Teilwicklung umfasst, an der ersten Stirnseite aus dem Stator Kern herausragt, und einen zweiten Endabschnitt aufweist.

**[0002]** Daneben betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine zum Antreiben eines Fahrzeugs.

**[0003]** Die DE 10 2017 105 483 A1 offenbart einen Stator für eine rotierende elektrische Maschine, wobei der Stator aufweist: einen ringförmigen Stator Kern und eine Mehr-Phasen-Statorspule, die aus einer Vielzahl von Phasenwicklungen zusammengesetzt ist. Die Statorspule weist zumindest zwei Leitungsdrähte und eine Verbindung auf. Jeder der Leitungsdrähte ist mit einer der Phasenwicklungen der Statorspule verbunden.

**[0004]** Bei einem solchen Stator sind Endabschnitte zum Anschließen der Teilwicklungen geometrisch mehrfach gebogen ausgebildet. Dies verkompliziert die Fertigung des Stators und erschwert das Anschließen.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zum einfachen Anschließen der Teilwicklungen der Statorwicklung anzugeben.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Stator der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass der erste Endabschnitt an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern herausragt und sich an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung erstreckt.

**[0007]** Der erfindungsgemäße Stator für eine elektrische Maschine weist einen Stator Kern auf. Der Stator Kern weist eine erste Stirnseite und eine zweite Stirnseite auf. Der Stator weist ferner eine Statorwicklung auf. Die Statorwicklung weist mehrere Teilwicklungen auf und bildet eine Anzahl von Strängen aus. Jede Teilwicklung weist mehrere Formleiter auf. Die Formleiter erstrecken sich entlang einer Axialrichtung an vorgegebenen Winkelpositionen in Umfangsrichtung durch den Stator Kern. Jede Teilwicklung weist ferner einen ersten Endabschnitt auf. Der erste Endabschnitt umfasst ein freies Ende der Teilwicklung. Der erste Endabschnitt ragt aus dem Stator Kern heraus. Jede Teilwicklung weist ferner

einen zweiten Endabschnitt auf. Der erste Endabschnitt ragt an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern heraus. Der erste Endabschnitt erstreckt sich an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung.

**[0008]** Die Erfindung beruht auf der Überlegung, den ersten Endabschnitt an der vorgegebenen Winkelposition, an der sich auch der Formleiter innerhalb des Stator Kerns erstreckt, aus dem Stator Kern axial heraus zu führen. Der Endabschnitt kann dann an der vorgegebenen Winkelposition angeschlossen werden. Dies vereinfacht die Fertigung der Statorwicklung und das Anschließen ganz erheblich, weil komplizierte Mehrfachbiegungen in Umfangsrichtung entfallen können. Durch die direkte Führung des ersten Endabschnitts in der Axialrichtung wird dessen Länge außerdem verringert, was auch die ohmschen Verluste der Statorwicklung vorteilhafterweise reduziert.

**[0009]** Vorteilhafterweise umfasst der zweite Endabschnitt einer jeweiligen Teilwicklung ein freies Ende der Teilwicklung und ragt an der ersten Stirnseite oder der zweiten Stirnseite aus dem Stator Kern heraus. Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass der zweite Endabschnitt einer jeweiligen Teilwicklung an der Stirnseite an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern herausragt und sich an der Winkelposition in der Axialrichtung erstreckt. Dadurch können die zweiten Endabschnitte analog zu den ersten Endabschnitten aus dem Stator Kern herausgeführt werden, sodass auch das Anschließen und die Fertigung der Statorwicklung im Hinblick auf die zweiten Endabschnitte vereinfacht wird.

**[0010]** In bevorzugter Ausgestaltung weist der erfindungsgemäße Stator mehrere Verbinder auf, welche die Formleiter an den Stirnseiten verbinden und an der ersten Stirnseite einen Wickelkopf, der sich innerhalb eines Radialbereichs erstreckt, ausbilden.

**[0011]** Eine jeweilige Teilwicklungen ist insbesondere durch eine Vielzahl von mittels der Verbinder in Reihe geschalteten Formleitern gebildet. Der erste und der zweite Endabschnitt einer jeweiligen Teilwicklungen bilden vorzugsweise zwei Enden der Reihenschaltung aus. Der Radialbereich ist ein ringförmiger, sich an den Stator Kern anschließender Raum, welcher vom Wickelkopfs belegt wird.

**[0012]** In bevorzugter Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt einer jeweiligen Teilwicklung vom Radialbereich wegweisend verläuft, sodass sich der erste Endabschnitt entlang des Wickelkopfs erstreckt. So kann der Endabschnitt bauraumsparend nah am Wickelkopf entlang geführt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite Endabschnitt einer jeweiligen Wicklung vom Radialbereich wegweisend verlaufen, sodass sich der

zweite Endabschnitt entlang des Wickelkopfs erstreckt. Der zweite Endabschnitt kann so analog zum ersten Endabschnitt geführt werden.

**[0013]** Der erste Endabschnitt und/oder der zweite Endabschnitt erstrecken sich bevorzugt zwischen dem Stator Kern und dem freien Ende nicht entlang der Umfangsrichtung oder ausschließlich entlang der Axialrichtung und der Radialrichtung.

**[0014]** Der zweite Endabschnitt nimmt bevorzugt einen größeren Radialabstand zum Wickelkopfs an als der erste Endabschnitt. Dadurch können sich die Endabschnitte entlang zweier konzentrischer Kreise um eine Längsachse des Stator Kerns erstrecken, sodass Anschlussmöglichkeiten an den unterschiedlichen Radialpositionen gebildet werden.

**[0015]** Es kann bevorzugt ferner vorgesehen sein, dass der erste Endabschnitt und/oder der zweite Endabschnitt mit jeweils einem Formleiter einstückig verbunden und an der jeweiligen vorgegebenen Winkelposition in Radialrichtung parallelverschoben in Bezug auf den Formleiter ausgebildet ist oder sind. Der Endabschnitt kann dazu eine an der Radialposition des Formleiters vorgesehene vom Radialbereich wegweisende erste Biegung aufweisen. Ferner kann der Endabschnitt eine axial weiter vom Stator Kern beabstandete zweite Biegung, die zum Radialbereich hinweist aufweisen, sodass sich der Endabschnitt jenseits der zweiten Biegung parallel verschoben zum Formleiter erstreckt. Zwischen der ersten Biegung und der zweiten Biegung verläuft der Endabschnitt bevorzugt gerade in einer Radialrichtung und der Axialrichtung. Jenseits der zweiten Biegung verläuft der Endabschnitt bevorzugt entlang der Axialrichtung. Zwischen dem Stator Kern und der ersten Biegung kann der Endabschnitt an der vorgegebenen Winkelposition ausschließlich entlang der Axialrichtung verlaufen.

**[0016]** Mit Vorteil kann bei dem erfindungsgemäßen Stator ferner vorgesehen sein, dass eine jeweilige Teilwicklung einen Anschluss und einen Sternpunktanschluss aufweist. Dabei kann der erste Endabschnitt den Anschluss ausbilden und der zweite Endabschnitt den Sternpunktanschluss ausbilden. Alternativ kann der erste Endabschnitt den Sternpunktanschluss ausbilden und der zweite Endabschnitt den Anschluss ausbilden.

**[0017]** In Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass ein Teil der Teilwicklungen eine Anordnung ausbildet und sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte der Teilwicklungen der Anordnung auf einer radialen Seite des Radialbereichs entlang des Wickelkopfs erstrecken. Zudem kann vorgesehen sein, dass ein Teil der Teilwicklungen eine zweite Anordnung ausbildet und sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte der Teilwicklungen

gen der zweiten Anordnung auf der anderen radialen Seite des Radialbereichs entlang des Wickelkopfs erstrecken. Dies ermöglicht insbesondere eine Ausgestaltung der Statorwicklung mit zwei Sternpunkten wobei die Sternpunktanschlüsse an unterschiedlichen Seiten des Radialbereichs angeordnet sind.

**[0018]** Es kann ferner für die oder eine jeweilige Anordnung eine Sternpunktverbindung, durch welche die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte der Anordnung miteinander verbunden sind, aufweisen. Die Sternpunktverbindung wird bevorzugt radial an die Endabschnitte angelegt. Die Sternpunktverbindung kann an den Endabschnitten, insbesondere stoffschlüssig, befestigt sein.

**[0019]** Bevorzugt ist die Sternpunktverbindung als bogenförmige Stromschiene ausgebildet. Ein eine solche Sternpunktverbindung lässt sich einfach fertigen und kann bauraumsparend an den Sternpunktanschlüssen angeordnet werden.

**[0020]** Außerdem kann vorgesehen sein, dass im Stator Kern eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordneten Nuten ausgebildet ist, in welchen die Formleiter aufgenommen sind. Die Nuten durchsetzen der Stator Kern insbesondere vollständig von der ersten Stirnseite bis zur zweiten Stirnseite. Die Formleiter können sich vollständig durch die Nuten erstrecken. Die Nuten sind vorzugsweise über eine Umfangsrichtung verteilt im Stator Kern ausgebildet.

**[0021]** Vorzugsweise ragen die den Anschluss ausbildenden Endabschnitte der Teilwicklungen eines jeweiligen Strangs aus derselben Nut oder aus mehreren unmittelbar benachbarten Nuten heraus. Aus mehreren unmittelbar benachbarten Nuten ragen die Endabschnitte insbesondere dann heraus, wenn der Stator eine Lochzahl größer gleich zwei aufweist. Die Lochzahl entspricht dabei der Anzahl von Nuten je Pol und Phase.

**[0022]** Es kann ferner vorgesehen sein, dass die Formleiter in einer vorgegebenen Anzahl radial angeordneter Schichten einer jeweiligen Nut im Stator Kern aufgenommen sind. Dabei können sich die den Anschluss ausbildenden Endabschnitte der Teilwicklungen eines jeweiligen Strangs an Formleiter anschließen, die in einer radial innersten der Schichten und/oder in einer radial äußersten der Schichten angeordnet sind. Dadurch wird das Führen der Endabschnitte entlang des Radialbereichs erheblich vereinfacht.

**[0023]** Bevorzugt weist der Stator ferner eine Anschlussanordnung auf, welche eine der Anzahl der Stränge entsprechende Anzahl von Anschlusselementen aufweist. In Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass ein jeweiliges Anschlusselement die

den Anschluss ausbildenden Endabschnitte der Teilwicklungen eines der Stränge miteinander verbindet.

**[0024]** Der Stator kann ferner eine Isolationsvorrichtung aufweisen, welche zur elektrischen Isolation des Wickelkopfs gegenüber den Anschlusselementen eingerichtet ist.

**[0025]** Vorzugsweise weist die Isolationsvorrichtung einen plattenförmigen Körper auf. Der Körper kann eine erste Seite, die sich in Umfangsrichtung zumindest zum Teil über ein axiales Ende des Wickelkopfs erstreckt, aufweisen. Der Körper kann ferner eine zweite Seite, die der ersten Seite gegenüberliegend angeordnet ist und an der die Anschlusselemente angeordnet sind, aufweisen. Vorzugsweise weist der Körper ferner wenigstens eine Ausnehmung auf, die sich von der ersten Seite zur zweiten Seite erstreckt und durch die die Anschlüsse von der ersten Seite her durchgeführt und auf der zweiten Seite elektrisch leitfähig mit einem der Anschlusselemente verbunden sind. In bevorzugter Ausgestaltung umfasst die Isolationsvorrichtung ferner eine Isolationsanordnung, welche einen ersten Abschnitt aufweist, der sich von der ersten Seite des Körpers aus in eine von der zweiten Seite wegweisende Richtung erstreckt und den Wickelkopf entlang seines Umfangs an einer von zwei radialen Seiten des Wickelkopfs umgibt.

**[0026]** Die Isolationsvorrichtung ermöglicht es durch die Isolationsanordnung mit ihrem ersten Abschnitt, den Wickelkopf gegenüber weiteren Objekten, die an der radialen Seite des Wickelkopfs angeordnet sind, elektrisch zu isolieren. Dadurch, dass das Objekt nicht am axialen Ende des Wickelkopfs angeordnet werden muss, wird Bauraum eingespart. So werden größere Freiheitsgrade bei der Ausgestaltung eines die Statorwicklung aufweisenden Stators erzielt, weil das an der radialen Seite angeordnete Objekt wegen der durch ersten Abschnitt vermittelten Isolationswirkung nah an der radialen Seite des Wickelkopfs angeordnet werden kann. Gleichsam sorgt der erste Abschnitt der Isolationsanordnung für hinreichend große Luft- und Kriechstrecken zwischen dem Wickelkopf und dem Objekt.

**[0027]** In bevorzugter Ausgestaltung ist die radiale Seite die radial innere Seite der zwei Seiten des Wickelkopfs. Die Isolationsvorrichtung ist vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff gebildet. Der Körper ist vorzugsweise an der ersten Seite und/oder an der zweiten Seite flach ausgebildet.

**[0028]** In bevorzugter Ausgestaltung der Isolationsvorrichtung ist vorgesehen, dass die Isolationsanordnung einen zweiten Abschnitt, der sich von der ersten Seite des Körpers aus in die von der zweiten Seite wegweisende Richtung erstreckt und die an

der radialen Seite des Wickelkopfs angeordnete Sternpunktverbindung auf ihrer der dem Wickelkopf abgewandten Seite umgibt, sodass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt die Sternpunktverbindung beidseitig umgeben. Durch den ersten und den zweiten Abschnitt der Isolationsanordnung kann die Sternpunktverbindung beidseitig elektrisch isoliert und so platzsparend an der radialen Seite des Wickelkopfs angeordnet werden. Dadurch kann insbesondere auf eine die axiale Erstreckung des Stators vergrößernde Anordnung der ersten Sternpunktverbindung jenseits des axialen Endes des Wickelkopfs verzichtet und Bauraum eingespart werden.

**[0029]** Bei der erfindungsgemäßen Isolationsvorrichtung kann ferner vorgesehen sein, dass die Isolationsanordnung einen dritten Abschnitt, der sich, insbesondere konzentrisch zum ersten Abschnitt, von der ersten Seite des Körpers aus in die von der zweiten Seite wegweisende Richtung erstreckt, aufweist und dazu eingerichtet ist, den Wickelkopf entlang seines Umfangs an der radialen Seite oder der anderen der radialen Seiten des Wickelkopfs zu umgeben. Durch den dritten Abschnitt kann ein weiteres Objekt in analoger Weise zum ersten Objekt an der anderen radialen Seite des Wickelkopfs elektrisch gegenüber diesen isoliert angeordnet werden. In vorteilhafter Ausgestaltung ist dabei ferner vorgesehen, dass die Isolationsanordnung einen vierten Abschnitt aufweist, der sich von der ersten Seite des Körpers aus in die von der zweiten Seite des Körpers wegweisende Richtung erstreckt die an der radialen Seite des Wickelkopfs angeordnete Sternpunktverbindung auf ihrer der dem Wickelkopf abgewandten Seite umgibt, sodass der dritte Abschnitt und der vierte Abschnitt die Sternpunktverbindung beidseitig umgeben. Durch den dritten und den vierten Abschnitt der Isolationsanordnung kann die Sternpunktverbindung beidseitig elektrisch isoliert und entsprechender Bauraum eingespart werden.

**[0030]** Daneben kann die Isolationsanordnung einen fünften Abschnitt aufweisen, der sich von der ersten Seite des Körpers aus in die von der zweiten Seite des Körpers wegweisende Richtung erstreckt und sich gemeinsam mit dem ersten Abschnitt entlang eines Kreisbogens erstreckt und den Wickelkopf umgibt. Alternativ oder zusätzlich kann ein die Isolationsanordnung einen sechsten Abschnitt aufweisen, der sich von der ersten Seite des Körpers aus in die von der zweiten Seite des Körpers wegweisende Richtung erstreckt und sich gemeinsam mit dem dritten Abschnitt entlang eines Kreisbogens erstreckt und den Wickelkopf umgibt. Der fünfte Abschnitt und der sechste Abschnitt dienen der mechanischen Stabilisierung der Anordnung der Isolationsvorrichtung am Wickelkopf.

**[0031]** Ein jeweiliger Abschnitt der Isolationsanordnung weist vorzugsweise die Form eines geraden Zylinders mit einer annähernd C-förmigen, insbesondere kreisringsektorförmigen, Grundfläche auf. Eine Mantelfläche des geraden Zylinders weist dabei insbesondere zum Wickelkopf. Eine Grundfläche des geraden Zylinders liegt dabei auf dem Körper auf, sodass der gerade Zylinder vom Körper absteht. In einem Ausführungsbeispiel ergeben der Körper und die Abschnitte ein oder mehrere U-Profile bzw. ein Mehrfach-U-Profil.

**[0032]** Vorzugsweise erstreckt sich die erste Seite des Körpers von einem ersten Ende des Körpers bis zu einem zweiten Ende des Körpers, um sich vom ersten Ende bis zum zweiten Ende entlang des axialen Endes des Wickelkopfs in Umfangsrichtung des Wickelkopfs zu erstrecken. Insbesondere erstreckt sich der Körper über höchstens 75 %, bevorzugt über höchstens 60 %, besonders bevorzugt über höchstens 50 %, der Umfangsrichtung des Wickelkopfs.

**[0033]** Dabei kann der erste Abschnitt der Isolationsanordnung am ersten Ende des Körpers vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite Abschnitt der Isolationsanordnung am ersten Ende des Körpers vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann der dritte Abschnitt der Isolationsanordnung am zweiten Ende des Körpers vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann der fünfte Abschnitt der Isolationsanordnung am zweiten Ende des vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann der sechste Abschnitt der Isolationsanordnung am ersten Ende des vorgesehen sein.

**[0034]** Es kann ferner vorgesehen sein, dass der Körper mehrere die erste Seite und die zweite Seite durchsetzende Durchgangsöffnungen aufweist. Häufig wird ein Stator nach seiner Montage mitsamt Isolationsvorrichtung mittels eines fließfähigen Werkstoffs vergossen oder beschichtet, beispielsweise durch Eintauchen in ein Tauchbad. Die Durchgangsöffnung erlaubt hier ein vereinfachtes Eindringen des fließfähigen Werkstoffs in die vom Körper abgedeckten Bereiche des Wickelkopfs beim Eintauchen. Ferner erlaubt die Durchgangsöffnung auch ein verbessertes Abfließen des fließfähigen Werkstoffs nach dem Eintauchen, um massive Ansammlungen des Werkstoffs zwischen der Isolationsvorrichtung und dem Wickelkopf zu vermeiden. Durch die Vermeidung solcher Ansammlungen ist ein robusterer Betrieb des Stators bzw. der ihn aufweisenden elektrischen Maschine möglich.

**[0035]** Die Durchgangsöffnungen können an Stellen angeordnet sein, an denen zwei der Abschnitte der Isolationsanordnung konzentrisch zueinander verlaufen.

**[0036]** Die Durchgangsöffnungen können ferner an Stellen angeordnet sein, an welchen der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt der Isolationsanordnung konzentrisch zueinander verlaufen, und/oder eine Stelle, an der dritte Abschnitt und der vierte Abschnitt der Isolationsanordnung konzentrisch zueinander verlaufen. Da die zweite Seite des Körpers und die konzentrisch verlaufenden Abschnitte einen Freiraum begrenzen, in den der fließfähige Werkstoff nur schwer eintreten kann, kann durch die Durchgangsöffnung eine besonders gute Benetzung des im Freiraum aufgenommenen Objekts, insbesondere der Sternpunktverbindung, ermöglicht werden. Die Durchgangsöffnungen können ferner an Stellen angeordnet sein, an welchen der fünfte Abschnitt und der dritte Abschnitt und/oder der sechste Abschnitt und der erste Abschnitt konzentrisch zueinander verlaufen.

**[0037]** Die Durchgangsöffnungen können ferner an Stellen angeordnet sein, die mittig zwischen jeweiligen Gruppen von vier der Ausnehmungen, von denen eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung an einer ersten Radialposition liegen, eine dritte Ausnehmung und eine vierte Ausnehmung an einer zweiten Radialposition liegen, die erste Ausnehmung und die dritte Ausnehmung an ersten Position in Umfangsrichtung und die zweite und die vierte Ausnehmung an einer zweiten Position in Umfangsrichtung liegen.

**[0038]** In vorteilhafter Ausgestaltung weist der Körper der Isolationsvorrichtung einen bogenförmigen, insbesondere kreisbogenförmigen, Verlauf auf. Dabei kann sich ein jeweiliger Abschnitt der Isolationsanordnung in axialer Richtung und in Umfangsrichtung erstrecken.

**[0039]** Bei der Isolationsvorrichtung ist bevorzugt vorgesehen, dass zumindest ein Teil der Ausnehmungen auf einem ersten Kreisbogen, der konzentrisch zum ersten Abschnitt der Isolationsanordnung verläuft, angeordnet ist. Dadurch können die an unterschiedlichen Radialpositionen des Stators aus dem Stator kern herausragende Anschlüsse der Statorwicklung durch die Ausnehmung herausgeführt werden.

**[0040]** Weiter kann vorgesehen sein, dass ein Teil der Ausnehmungen auf einem zweiten Kreisbogen, der konzentrisch zum und beabstandet vom ersten Kreisbogen verläuft, angeordnet ist. Dies ermöglicht eine Durchführung von an zwei unterschiedlichen Radialpositionen angeordneten Anschlüssen durch die Ausnehmung. Insbesondere befinden sich an wenigstens einer Winkelposition der Kreisbögen jeweils zwei Ausnehmungen. Dies ermöglicht es, radial innen und radial außen angeordnete Anschlüsse desselben Strangs an der Winkelposition durch ein Anschlusselement elektrisch zu ver-

binden. In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind jeweils zwei auf beiden Kreisbögen liegende Ausnehmungen an drei unterschiedlichen Winkelposition der Kreisbögen vorgesehen.

**[0041]** Außerdem kann bei der Isolationsvorrichtung vorgesehen sein, dass eine jeweilige Ausnehmung einen Rand mit einem in die Ausnehmung gerichteten Vorsprung aufweist. Durch den Vorsprung kann eine Position mehrerer durch eine Ausnehmung durchgeführter Endabschnitte festgelegt werden.

**[0042]** In bevorzugter Ausgestaltung der Isolationsvorrichtung ist vorgesehen, dass für ein jeweiliges Anschlusselement auf der zweiten Seite des Körpers ein Aufnahmeplatz ausgebildet ist, der dazu eingerichtet ist, eine Bewegung des Anschlusselements bezüglich der zweiten Seite in einem im Aufnahmeplatz aufgenommenen Zustand zu hemmen. Insbesondere weist der Aufnahmeplatz einen oder mehrere Vorsprünge zum Hemmen einer Drehbewegung des Anschlusselements um eine senkrecht zur zweiten Seite stehende Drehachse auf. Alternativ oder zusätzlich weist der Aufnahmeplatz einen Vorsprung zum Hemmen einer Translationsbewegung des Anschlusselements entlang der zweiten Seite auf. Das Anschlusselement kann so auf der zweiten Seite des Körpers sicher positioniert werden.

**[0043]** Außerdem kann vorgesehen sein, dass der Körper eine weitere Ausnehmung, in welcher ein am Wickelkopf angeordneter Sensor des Stators aufnehmbar ist, aufweist. Dadurch kann der Sensor, beispielsweise ein Temperatursensor zur Ermittlung einer Temperatur des Wickelkopfs, sicher positioniert werden. In bevorzugter Weiterbildung ist entlang einer Randkontur der Ausnehmung auf der zweiten Seite ein Vorsprung zur Führung des Sensors ausgebildet. Der Vorsprung erlaubt eine zusätzliche Abstützung des Sensors.

**[0044]** Es ist bei dem erfindungsgemäßen Stator ferner bevorzugt, dass einer der Endabschnitte, insbesondere der den Anschluss ausbildende Endabschnitt, einer jeweiligen Teilwicklung in Axialrichtung länger als der andere der Endabschnitte der jeweiligen Teilwicklung ist. Dadurch können beispielsweise die Sternpunktverbindungen und die Anschlüsse für die Stränge in unterschiedlichen axialen Ebenen angeordnet werden.

**[0045]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner gelöst durch eine elektrische Maschine zum Antreiben eines Fahrzeugs, aufweisend einen erfindungsgemäßen Stator und einen drehbar innerhalb des Stators gelagerten Rotor.

**[0046]** Die erfindungsgemäße elektrische Maschine ist vorzugsweise dazu eingerichtet, ein Fahrzeug

anzutreiben. Sie kann insofern dazu eingerichtet sein, einen Teil eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs auszubilden. Die elektrische Maschine ist vorzugsweise als, insbesondere permanenterrregte, Synchronmaschine ausgebildet. Alternativ kann die elektrische Maschine als Asynchronmaschine ausgebildet sein.

**[0047]** Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Fahrzeug, aufweisend eine erfindungsgemäße elektrische Maschine, die zum Antreiben des Fahrzeugs eingerichtet ist. Das Fahrzeug kann ein batterieelektrisches Fahrzeug und/oder ein Hybridfahrzeug sein.

**[0048]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Diese sind schematische Darstellungen und zeigen:

**Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Stators;

**Fig. 2** eine perspektivische Darstellung des Statorkerns und der Statorwicklung;

**Fig. 3** eine Draufsicht auf den Statorkern und die Statorwicklung;

**Fig. 4** eine seitliche Detailansicht des Statorkerns und der Statorwicklung;

**Fig. 5** eine geschnittene Detailansicht des Statorkerns und der Statorwicklung;

**Fig. 6** eine perspektivische Detailansicht des Statorkerns mit der Statorwicklung und zwei Sternpunktverbindungen;

**Fig. 7** eine seitliche Detailansicht des Statorkerns und der Statorwicklung mit einer der Sternpunktverbindungen;

**Fig. 8** eine geschnittene Detailansicht des Statorkerns mit der Statorwicklung und den Sternpunktverbindungen;

**Fig. 9** eine perspektivische Ansicht der Isolationsvorrichtung;

**Fig. 10** eine Draufsicht auf die erste Seite der Isolationsvorrichtung;

**Fig. 11** eine Draufsicht auf die zweite Seite der Isolationsvorrichtung;

**Fig. 12** eine perspektivische Ansicht der Isolationsvorrichtung in einem an der Statorwicklung angeordneten Zustand;

**Fig. 13** eine geschnittene Detailansicht des Ausführungsbeispiels des Stators; und

**Fig. 14** eine Prinzipskizze eines Fahrzeugs mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

**[0049]** **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Stators 1.

**[0050]** Der Stator weist einen Stator Kern 2 mit einer ersten Stirnseite 3 und einer zweiten Stirnseite 4 sowie eine Statorwicklung 5 auf.

**[0051]** **Fig. 2** bis **Fig. 5** zeigen den Stator Kern 2 und die Statorwicklung 5, wobei **Fig. 2** eine perspektivische Darstellung ist, **Fig. 3** eine Draufsicht ist, **Fig. 4** eine seitliche Detailansicht ist und **Fig. 5** eine geschnittene Detailansicht ist.

**[0052]** Der Stator Kern 2 ist im exemplarisch aus einem Blechpaket mit einer Vielzahl von axial geschichteten Einzelblechen gebildet. In axialer Richtung durchsetzt eine Vielzahl von in Umfangsrichtung des Stators 1 aufeinanderfolgend angeordneten Nuten 6, vorliegend beispielhaft 48 Stück, den Stator Kern 2.

**[0053]** Die Statorwicklung 5 weist mehrere Teilwicklungen auf und bildet eine vorgegebene Anzahl von Strängen, vorliegend exemplarisch drei Stränge, aus. Jede Teilwicklung umfasst mehrere Formleiter 7 (siehe **Fig. 5**), die sich entlang einer Axialrichtung an vorgegebenen Winkelpositionen in Umfangsrichtung durch den Stator Kern 2 erstrecken, und mehrere Verbinder 8a, 8b, welche die Formleiter 7 an den Stirnseiten 3, 4 verbinden und an der ersten Stirnseite 3 einen sich innerhalb eines Radialbereichs 9 (siehe **Fig. 3**) erstreckenden Wickelkopf 10 ausbilden.

**[0054]** Jede Teilwicklung weist ferner einen ersten Endabschnitt 11 a, 11b, 11c, 11 d auf, der ein freies Ende der Teilwicklung umfasst, an der ersten Stirnseite 3 aus dem Stator Kern 2 herausragt und vom Radialbereich 9 wegweisend verläuft, sodass sich der erste Endabschnitt 11a bis 11d entlang des Wickelkopfs 10 erstreckt. Dabei erstreckt sich der erste Endabschnitt 11a bis 11d an einer der vorgegebenen Winkelposition aus dem Stator Kern 2 heraus und an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung.

**[0055]** Jede Teilwicklung weist ferner einen zweiten Endabschnitt 12a, 12b, 12c, 12d auf, der ein freies Ende der Teilwicklung umfasst, an der ersten Stirnseite 3 aus dem Stator Kern 2 herausragt und vom Radialbereich wegweisend verläuft, sodass sich der zweite Endabschnitt 12a bis 12d entlang des Wickelkopfs 10 erstreckt. Dabei erstreckt sich der zweite Endabschnitt 12a bis 12d an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern 2 heraus und

an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung.

**[0056]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind exemplarisch zwölf Teilwicklungen vorgesehen. Je vier Teilwicklungen bilden dabei einen Strang aus. Die ersten Endabschnitte 11a bis 11d einer jeweiligen Teilwicklung bilden einen Anschluss der Teilwicklung aus, der beispielsweise mit einem Wechselrichter verbindbar ist. Der zweite Endabschnitt 12a bis 12d bildet einen Sternpunktanschluss der Teilwicklung aus.

**[0057]** Die ersten Endabschnitte 11a, 11b und die zweiten Endabschnitte 12a, 12b erstrecken sich dabei radial außen entlang des Wickelkopfs 10 bzw. des Radialbereichs 9. Die ersten Endabschnitte 11c, 11d und die zweiten Endabschnitte 12c, 12d erstrecken sich radial innen entlang des Wickelkopfs 10 bzw. des Radialbereichs 9. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel nehmen die zweiten Endabschnitte 12a bis 12d einen größeren radialen Abstand zum Wickelkopf 10 ein als die ersten Endabschnitte 11a bis 11d.

**[0058]** Wie **Fig. 4** und **Fig. 5** im Detail zu entnehmen ist, weist jeder Endabschnitt 11a bis 11d, 12a bis 12d eine an der Radialpositionen des Formleiters vorgegebene, vom Radialbereich 9 wegweisende erste Biegung 13a sowie eine axial weiter vom Stator Kern 2 beabstandete zweite Biegung 13b, die zum Radialbereich 9 hinweist auf. Dadurch erstreckt sich der Endabschnitt 11a bis 11d, 12a bis 12d jenseits der zweiten Biegung 13b parallel verschoben zum Formleiter 7. Zwischen der ersten Biegung 13a und der zweiten Biegung 13b verläuft der Endabschnitt 11a bis 11d, 12a bis 12d gerade in einer Radialrichtung und der Axialrichtung. Jenseits der zweiten Biegung 13b verläuft der Endabschnitt 11a bis 11d, 12a bis 12d entlang der Axialrichtung. Zwischen dem Stator Kern 2 und der ersten Biegung 13a verläuft der Endabschnitt 11a bis 11d, 12a bis 12d an der vorgegebenen Winkelposition ausschließlich entlang der Axialrichtung.

**[0059]** Bei einer ersten Anordnung von Teilwicklungen, die vorliegend drei der Teilwicklungen umfasst, erstrecken sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden zweiten Endabschnitte 12a, 12b auf der radial äußeren Seite des Radialbereichs 9 entlang des Wickelkopfs 10. Bei einer zweiten Anordnung von Teilwicklungen, welche vorliegend die drei übrigen Teilwicklungen umfasst, erstrecken sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden zweiten Endabschnitte 12c, 12d auf der radial äußeren Seite des Radialbereichs 9 entlang des Wickelkopfs 10.

**[0060]** **Fig. 6** bis **Fig. 8** zeigen den Stator Kern 2, die Statorwicklung 5 und zwei Sternpunktanschlüsse 14a, 14b des Stators 1, wobei **Fig. 6** eine perspekti-

vische Detailansicht ist, **Fig. 7** eine seitliche Detailansicht ist und **Fig. 8** eine geschnittene Detailansicht ist.

**[0061]** Für jede der zwei Anordnungen ist eine Sternpunktverbindung 14a, 14b vorgesehen, sodass der Stator 1 zwei Sternpunkte aufweist. Jede Sternpunktverbindung 14a, 14b verbindet die zweiten Endabschnitte 12a bis 12d einer der Anordnungen. Dabei verbindet die erste Sternpunktverbindung 14a die zweiten Endabschnitte 12a, 12b der ersten Anordnung, welche sich auf der radial äußeren Seite des Radialbereichs 9 entlang des Wickelkopfs 10 erstrecken. Die zweite Sternpunktverbindung 14b verbindet die zweiten Endabschnitte 12b, 12c der zweiten Anordnung, welche sich auf der radial inneren Seite des Radialbereichs 9 entlang des Wickelkopfs 10 erstrecken.

**[0062]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede Sternpunktverbindung 14a, 14b durch eine bogenförmige Stromschiene ausgebildet. Die Sternpunktverbindung 14a, 14b ist radial an den durch sie verbundenen zweiten Endabschnitten 12a bis 12d angebracht und an diesen stoffschlüssig, beispielsweise durch Schweißen, befestigt.

**[0063]** In den **Fig. 1** bis **Fig. 5** ist ferner gezeigt, dass die den Anschluss ausbildenden ersten Endabschnitte 11a bis 11d der einen jeweiligen Strang ausbildenden Teilwicklungen in mehreren, hier zwei, unmittelbar benachbarten Nuten 6 angeordnet sind. **Fig. 5** zeigt, dass die Formleiter 7 in mehreren, hier exemplarisch sechs, radialen Schichten 15a, 15b, 15c, 15d, 15e, 15f einer jeweiligen Nut 6 aufgenommen sind. Dabei schließen sich die ersten Endabschnitte 11a, 11b an die in der radial äußersten Schicht 15a angeordneten Formleiter 7 an und die ersten Endabschnitte 11c, 11d an die in der radial innersten Schicht 15f angeordneten Formleiter 7 an. Wie besonders gut in **Fig. 3** erkennbar ist, sind die vier Anschlüsse für einen jeweiligen Strang so an zwei Radialpositionen und zwei Winkelpositionen in Umfangsrichtung angeordnet.

**[0064]** **Fig. 1** zeigt ferner eine Anschlussanordnung 16 des Stators 1, die eine der Anzahl der Stränge entsprechende Anzahl von Anschlusselementen 17a, 17b, 17c aufweist. Ein jeweiliges Anschlusselement 17a, 17b, 17c verbindet die den Anschluss ausbildenden ersten Endabschnitte 11a bis 11d der Teilwicklungen eines der Stränge miteinander. Jedes Anschlusselement 17a, 17b, 17c ist einstückig ausgebildet und kontaktiert alle ersten Endabschnitte 11a bis 11d der Teilwicklungen des Strangs.

**[0065]** In **Fig. 1**, **Fig. 5** und **Fig. 8** ist ferner zu sehen, dass die Formleiter 7 aus gebogenen Metallstäben, vorzugsweise aus Kupfer, gebildet sind. Die Formleiter 7 erstrecken sich innerhalb der Nuten 6 von der

ersten Stirnseite 3 zur zweiten Stirnseite 4. Eine solche Statorwicklung kann auch als Haarnadelwicklung (engl. hair pin winding) bezeichnet werden. Die Endabschnitte 11a bis 11d, 12a bis 12d sind einstückig mit jeweils einem Formleiter 7 einer Teilwicklung ausgebildet. Die übrigen Formleiter 7 der Teilwicklungen sind paarweise an der ersten Stirnseite 3 durch die einstückig mit ihnen ausgebildete Verbinder 8a verbunden. An der zweiten Stirnseite 4 sind Paare von Formleitern 7, die nicht an der ersten Stirnseite 3 durch die Verbinder 8a verbunden sind, durch Verbinder 8b verbunden.

**[0066]** In **Fig. 1** ist ferner eine Isolationsvorrichtung 18 des Stators 1 gezeigt, welche zur elektrischen Isolation des Wickelkopfs 10 gegenüber den Anschlusselementen 17a, 17b, 17c eingerichtet.

**[0067]** **Fig. 9** ist eine perspektivische Darstellung der Isolationsvorrichtung 18.

**[0068]** Die Isolationsvorrichtung 18 weist einen plattenförmigen Körper 20 auf. Eine erste Seite 21 des Körpers 20 ist dazu eingerichtet, sich in Umfangsrichtung zumindest zum Teil über ein axiales Ende des Wickelkopfs 10 zu erstrecken. Eine zweite Seite 22 des Körpers 20 ist der ersten Seite 21 gegenüberliegend angeordnet. An der zweiten Seite 22 sind die Anschlusselemente 17a, 17b, 17c anordenbar.

**[0069]** Außerdem weist der Körper 20 mehrere Ausnehmungen 23a, 23b auf, die sich von der ersten Seite 21 zur zweiten Seite 22 erstrecken. Durch die Ausnehmungen 23a, 23b sind die durch die ersten Endabschnitte 11a bis 11d ausgebildeten Anschlüsse von der ersten Seite her durchführbar, um auf der zweiten Seite 22 elektrisch leitfähig mit einem der Anschlusselemente 17a, 17b, 17c verbunden zu werden. Dabei liegen die Ausnehmungen 23a auf einem ersten Kreisbogen und die Ausnehmungen 23b auf einem zweiten Kreisbogen, der konzentrisch zum ersten Kreisbogen angeordnet ist und radial weiter innen liegt als der erste Kreisbogen. Dadurch sind die radial äußeren ersten Endabschnitte 11a, 11b durch die radial äußeren Ausnehmungen 23a und die radial inneren ersten Endabschnitte 11c, 11d durch die radial inneren Ausnehmungen 23b durchführbar.

**[0070]** **Fig. 10** und **Fig. 11** zeigen die Isolationsvorrichtung 18, wobei **Fig. 10** eine Draufsicht auf die erste Seite 21 ist und **Fig. 11** eine Draufsicht auf die zweite Seite 22 ist.

**[0071]** Die Isolationsvorrichtung 18 weist ferner ein Isolationsanordnung 24 auf. Die Isolationsanordnung 24 umfasst ein erstes Abschnitt 25a, der sich von der ersten Seite 21 aus in eine von der zweiten Seite 22 wegweisende Richtung erstreckt. Der erste Abschnitt



25a umgibt den Wickelkopf 10 entlang seines Umfangs an der radial inneren Seite des Wickelkopfs 10.

**[0072]** Außerdem weist die Isolationsanordnung 24 einen zweiten Abschnitt 25b auf, der sich ebenfalls von der ersten Seite 21 des Körpers 20 aus in die von der zweiten Seite 22 wegweisende Richtung erstreckt. Der zweite Abschnitt 25b umgibt die an der radial inneren Seite des Wickelkopfs 10 angeordnete zweite Sternpunktverbindung 14b auf der dem Wickelkopf 10 abgewandten Seite der zweiten Sternpunktverbindung 14b, sodass der erste Abschnitt 25a und der zweite Abschnitt 25b die zweite Sternpunktverbindung 14b beidseitig umgeben.

**[0073]** Die Isolationsanordnung 24 weist ferner einen dritten Abschnitt 25c auf, der sich von der ersten Seite 21 des Körpers 20 aus in die von der zweiten Seite 22 wegweisende Richtung erstreckt. Der dritte Abschnitt 25c umgibt den Wickelkopf 10 entlang seines Umfangs an der äußeren radialen Seite des Wickelkopfs 10.

**[0074]** Daneben weist die Isolationsanordnung einen vierten Abschnitt 25d auf, der sich von der ersten Seite 21 des Körpers 20 aus in die von der zweiten Seite 22 des Körpers 20 wegweisende Richtung erstreckt. Der vierte Abschnitt 25d umgibt die an der radial äußeren Seite des Wickelkopfs 10 angeordnete erste Sternpunktverbindung 14a auf der dem Wickelkopf 10 abgewandten Seite der ersten Sternpunktverbindung 14a, sodass der dritte Abschnitt 25c und der vierte Abschnitt 25d die erste Sternpunktverbindung 14a beidseitig umgeben.

**[0075]** Daneben sind ein fünfter Abschnitt 25e und ein sechster Abschnitt 25f vorgesehen, die nicht die Sternpunktverbindungen 14a, 14b umgeben und sich auf demselben Kreisbogen wie erste Abschnitt 25a bzw. der dritte Abschnitt 25c erstrecken. Der fünfte Abschnitt 25e und der sechste Abschnitt 25f dienen neben der Isolation des Wickelkopfs 10 gegenüber dessen radial Inneren und Äußeren der mechanisch stabilen Anordnung der Isolationsvorrichtung 18 am Wickelkopf 10.

**[0076]** Die Abschnitte 25a bis 25f der Isolationsanordnung 24 erstrecken sich konzentrisch zueinander und sind kreisbogenförmig ausgebildet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel stehen sie senkrecht auf dem Körper 20.

**[0077]** Der erste Abschnitt 25a und der zweite Abschnitt 25b sowie der sechste Abschnitt 25f sind an einem ersten Ende 29a des Körpers 20 angeordnet. Der dritte Abschnitt 25c, der vierte Abschnitt 25d sowie der fünfte Abschnitt 25e sind an einem dem ersten Ende 29a entgegengesetzten zweiten Ende 29b des Körpers 20 angeordnet.

**[0078]** Wie **Fig. 10** und **Fig. 11** ferner zu entnehmen ist, weist jede Ausnehmung 23a, 23b einen Rand 30 mit einem in die Ausnehmung 23a, 23b gerichteten Vorsprung 31 auf.

**[0079]** Darüber hinaus weist der Körper 20 drei Durchgangsöffnungen 32a auf, die in Bereichen angeordnet sind, in denen sich der erste Abschnitt 25a und der zweite Abschnitt 25b konzentrisch zueinander erstrecken. Außerdem sind drei Durchgangsöffnungen 32b in Bereichen des Körpers 20 vorgesehen, in denen sich der dritte Abschnitt 25c und der vierte Abschnitt 25d konzentrisch zueinander erstrecken.

**[0080]** Weitere Durchgangsöffnungen 32c sind mittig vorgesehen zwischen jeweiligen Gruppen von vier der Ausnehmungen 23a, 23b, von denen eine erste Ausnehmung 23a und eine zweite Ausnehmung 23a an einer ersten Radialposition liegen, eine dritte Ausnehmung 23b und eine vierte Ausnehmung 23b an einer zweiten Radialposition liegen, die erste Ausnehmung 23a und die dritte Ausnehmung 23b an einer ersten Winkelposition in Umfangsrichtung und die zweite 23a und die vierte Ausnehmung 23b an einer zweiten Winkelposition in Umfangsrichtung liegen. Außerdem sind Durchgangsöffnungen 32d in den Bereichen vorgesehen, in denen der erste Abschnitt 25a und der sechste Abschnitt 25f sowie der dritte Abschnitt 25c und der fünfte Abschnitt 25e der Isolationsanordnung 24 konzentrisch zueinander verlaufen.

**[0081]** Daneben weist der Körper 20 eine weitere Ausnehmung 33a auf, in welcher ein am Wickelkopf 10 angeordneter Sensor 19 des Stators 1 (siehe **Fig. 1**) aufnehmbar ist. Entlang einer Randkontur der Ausnehmung 33a ist auf der zweiten Seite 22 ein Vorsprung 33b (siehe **Fig. 9**) zur Führung des Sensors 13 ausgebildet.

**[0082]** Darüber hinaus ist bei der Isolationsvorrichtung 18 für ein jeweiliges Anschlusselement 17a, 17b, 17c auf der zweiten Seite 22 des Körpers 20 ein Aufnahmeplatz 34a, 34b, 34c ausgebildet. Jeder Aufnahmeplatz 34a, 34b, 34c ist dazu ausgebildet, eine Bewegung des Anschlusselements 17a, 17b, 17c bezüglich der zweiten Seite 22 in einem im Aufnahmeplatz 34a, 34b, 34c aufgenommen Zustand zu heben. Dabei weist jeder Aufnahmeplatz 34a, 34b, 34c zwei Vorsprünge 35a, 35b zum Hemmen einer Drehbewegung des Anschlusselements 17a, 17b, 17c um eine senkrecht zur zweiten Seite 22 stehende Drehachse auf. Zusätzlich ist bei jedem Aufnahmeplatz 34a, 34b, 34c ein Vorsprung 35b zum Hemmen einer Translationsbewegung des Anschlusselements 17a, 17b, 17c entlang der zweiten Seite 22 vorgesehen.

**[0083]** Die Isolationsvorrichtung 2 ist aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise einem Kunststoff, gebildet.

**[0084]** Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht der Isolationsvorrichtung 18 in einem an der Statorwicklungen 5 angeordneten Zustand.

**[0085]** Repräsentativ für die übrigen Anschlusselemente 17a, 17c ist hier das Anschlusselement 17b im Aufnahmeplatz 34b aufgenommen und wird durch die Vorsprünge 35a, 35b an den Dreh- und Translationsbewegungen gehindert. Dazu ragt der Vorsprung 35b in eine gegengleiche Ausnehmung des Anschlusselements 17b. Die ersten Endabschnitte 11a bis 11d durchsetzen die Ausnehmungen 23a, 23b, wobei jede Ausnehmung 23a, 23b ein Paar von in Umfangsrichtung benachbarten Endabschnitten 11a bis 11d, die sich an derselben Radialpositionen befinden, aufnimmt. Die Vorsprünge 31, von den einer in Fig. 12 verdeckt ist, halten die Endabschnitte 11a bis 11d in ihrer vorgesehenen Position. Zu sehen ist auch wie der zweite Abschnitt 25b der Isolationsanordnung 24 die zweite Sternpunktverbindung 14b radial innen umgibt.

**[0086]** Fig. 13 ist eine geschnittene Detailansicht des Stators 1, in der zu erkennen ist, dass die Isolationsvorrichtung 18 mit ihrer ersten Seite 21 auf dem axialen Ende des Wickelkopfs 10 aufliegt. Zu sehen ist ferner der Sensor 19, der mittels des Vorsprungs 33b derart geführt wird, dass er eine Temperatur des Wickelkopfs 10 erfassen kann.

**[0087]** Fig. 14 ist eine Prinzipskizze eines Fahrzeugs 100 mit einem Ausführungsbeispiel einer elektrischen Maschine 101.

**[0088]** Die elektrische Maschine 101 ist zum Antreiben des Fahrzeugs 100 eingerichtet und weist einen Stator 1 gemäß dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie einen drehbar innerhalb des Stators 1 gelagerten Rotor 102 auf. Die elektrische Maschine 101 ist exemplarisch als Asynchronmaschine oder als permanenterregte Synchronmaschine ausgebildet. Die elektrische Maschine 101 bildet ein Teil eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs 100 aus. Das Fahrzeug 100 kann ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) oder ein Hybridfahrzeug sein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102017105483 A1 [0003]

## Patentansprüche

1. Stator (1) für eine elektrische Maschine (101), aufweisend einen Stator Kern (2) mit einer ersten Stirnseite (3) und einer zweiten Stirnseite (4) und eine Statorwicklung (5), die mehrere Teilwicklungen aufweist und eine Anzahl von Strängen ausbildet, wobei jede Teilwicklung

- mehrere Formleiter (7), die sich entlang einer Axialrichtung an vorgegebenen Winkelpositionen in Umfangrichtung durch den Stator Kern (2) erstrecken,

- einen ersten Endabschnitt (11a-d), der ein freies Ende der Teilwicklung umfasst, an der ersten Stirnseite (3) aus dem Stator Kern (2) herausragt und

- einen zweiten Endabschnitt (12a-d) aufweist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

der erste Endabschnitt (11a-d) an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern (2) herausragt und sich an der vorgegebenen Winkelposition in der Axialrichtung erstreckt.

2. Stator nach Anspruch 1, wobei der zweite Endabschnitt (12a-d) einer jeweiligen Teilwicklung ein freies Ende der Teilwicklung umfasst und an der ersten Stirnseite (3) oder zweiten Stirnseite (4) aus dem Stator Kern (2) herausragt.

3. Stator nach Anspruch 2, wobei der zweite Endabschnitt (12a-d) einer jeweiligen Teilwicklung an der Stirnseite (3, 4) an einer der vorgegebenen Winkelpositionen aus dem Stator Kern (2) herausragt und sich an der Winkelposition in der Axialrichtung erstreckt.

4. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend mehrere Verbinder (8a, 8b), welche die Formleiter (7) an den Stirnseiten (3, 4) verbinden und an der ersten Stirnseite (8a) einen Wickelkopf (10), der sich innerhalb eines Radialbereichs (9) erstreckt, ausbilden.

5. Stator nach Anspruch 4, wobei

- der erste Endabschnitt (11a-d) einer jeweiligen Teilwicklung vom Radialbereich (9) wegweisend verläuft, sodass sich der erste Endabschnitt (11a-d) entlang des Wickelkopfs (10) erstreckt, und/oder

- der zweite Endabschnitt einer jeweiligen Wicklung vom Radialbereich (9) wegweisend verläuft, sodass sich der zweite Endabschnitt (12a-d) entlang des Wickelkopfs (10) erstreckt, und/oder

- der zweite Endabschnitt (12a-d) einen größeren radialen Abstand zum Wickelkopf (10) annimmt als der erste Endabschnitt (11a-d).

6. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Endabschnitt (11a-d) und/oder der zweite Endabschnitt (12a-d) mit jeweils einem Formleiter (7) einstückig verbunden und an der jeweiligen vorgegebenen Winkelposition in

Radialrichtung parallelverschoben in Bezug auf den Formleiter (7) ausgebildet ist oder sind.

7. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine jeweilige Teilwicklung einen Anschluss und einen Sternpunktanschluss aufweist und

- der erste Endabschnitt (11a-d) den Anschluss ausbildet und der zweite Endabschnitt den Sternpunktanschluss (12a-d) ausbildet oder

- der erste Endabschnitt (11a-d) den Sternpunktanschluss ausbildet und der zweite Endabschnitt (12a-d) den Anschluss ausbildet.

8. Stator nach Anspruch 7, wenn abhängig von Anspruch 4, wobei ein Teil der Teilwicklungen eine Anordnung ausbildet und sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte (12a, 12b) der Teilwicklungen der Anordnung auf einer radialen Seite des Radialbereichs (9) entlang des Wickelkopfs (10) erstrecken.

9. Stator nach Anspruch 8, wobei ein Teil der Teilwicklungen eine zweite Anordnung ausbildet und sich die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte (12c, 12d) der Teilwicklungen der zweiten Anordnung auf der anderen radialen Seite des Radialbereichs (9) entlang des Wickelkopfs (10) erstrecken.

10. Stator nach Anspruch 8 oder 9, ferner aufweisend für die oder eine jeweilige Anordnung eine Sternpunktverbindung (14a, 14b), durch welche die den Sternpunktanschluss ausbildenden Endabschnitte (12a-d) der Anordnung miteinander verbunden sind, wobei die Sternpunktverbindung (14a, 14b) insbesondere als bogenförmige Stromschiene ausgebildet ist.

11. Stator nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei im Stator Kern (2) eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordneten Nuten (6) ausgebildet ist, in welchen die Formleiter (7) aufgenommen sind, wobei

- die den Anschluss ausbildenden Endabschnitte (11a-d) der Teilwicklungen eines jeweiligen Strangs aus derselben Nut (6) oder aus mehreren unmittelbar benachbarten Nuten (6) herausragen und/oder

- die Formleiter (7) in einer vorgegebenen Anzahl radial angeordneter Schichten (15a-f) einer jeweiligen Nut (6) im Stator Kern (2) aufgenommen sind, wobei sich die den Anschluss ausbildenden Endabschnitte (11a-d) der Teilwicklungen eines jeweiligen Strangs an Formleiter (7) anschließen, die in einer radial innersten der Schichten (15a) und/oder in einer radial äußersten der Schichten (15f) angeordnet sind.

12. Stator nach einem der Ansprüche 7 bis 11, ferner aufweisend eine Anschlussanordnung (16),

welche eine der Anzahl der Stränge entsprechende Anzahl von Anschlusselementen (17a-c) aufweist, wobei ein jeweiliges Anschlusselement (17a-c) die den Anschluss ausbildenden Endabschnitte (11a-d) der Teilwicklungen eines der Stränge miteinander verbindet.

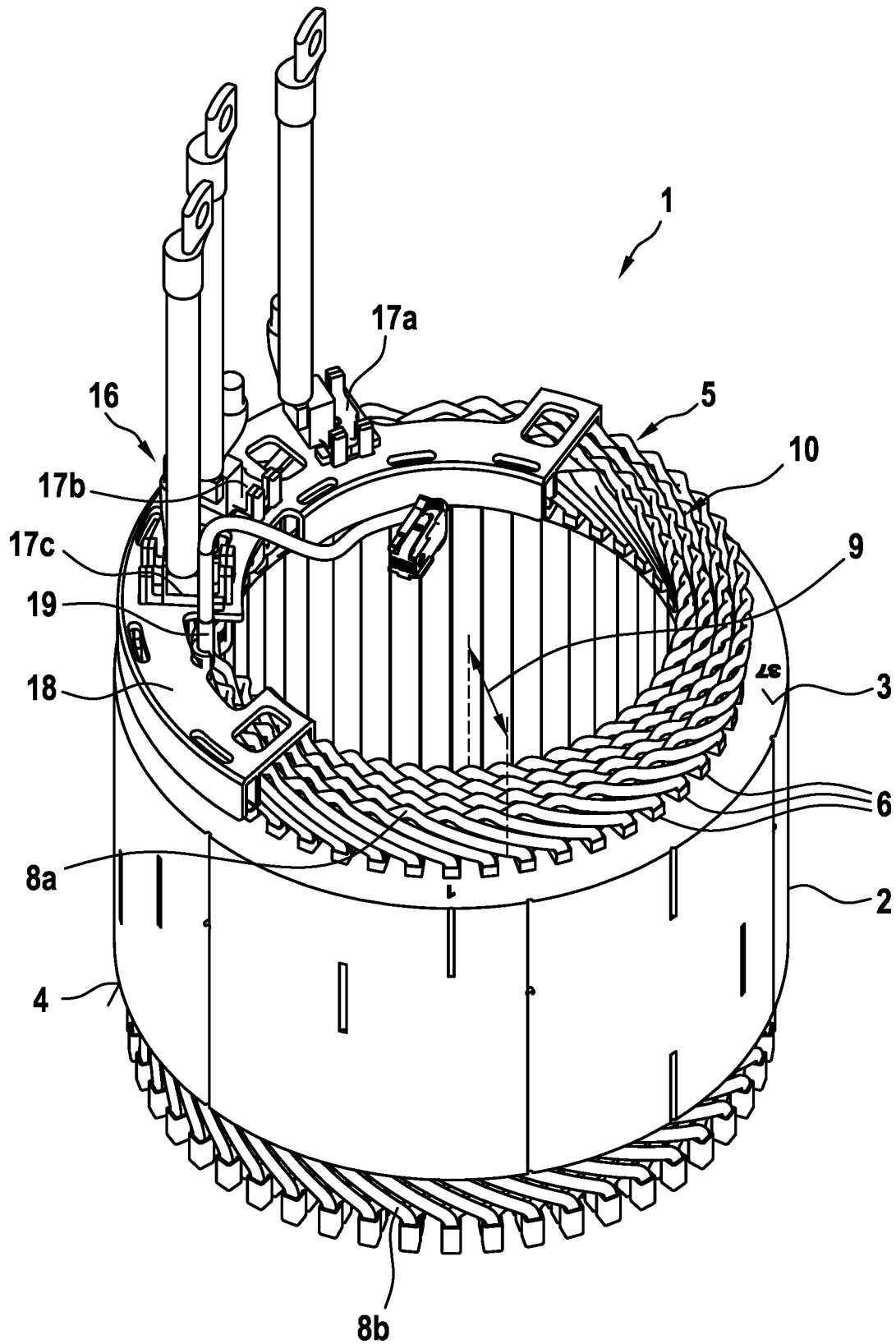
13. Stator nach Anspruch 12, ferner aufweisend eine Isolationsvorrichtung (18), welche zur elektrischen Isolation des Wickelkopfs (10) gegenüber den Anschlusselementen (17a-c) eingerichtet ist.

14. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der Endabschnitte (11a-d), insbesondere der den Anschluss ausbildende Endabschnitt, einer jeweiligen Teilwicklung in Axialrichtung länger als der andere der Endabschnitte (12a-d) der jeweiligen Teilwicklung ist.

15. Elektrische Maschine (101) zum Antreiben eines Fahrzeugs (100), aufweisend einen Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einen drehbar innerhalb des Stators (1) angeordneten Rotor (102).

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Fig. 1



**Fig. 2**

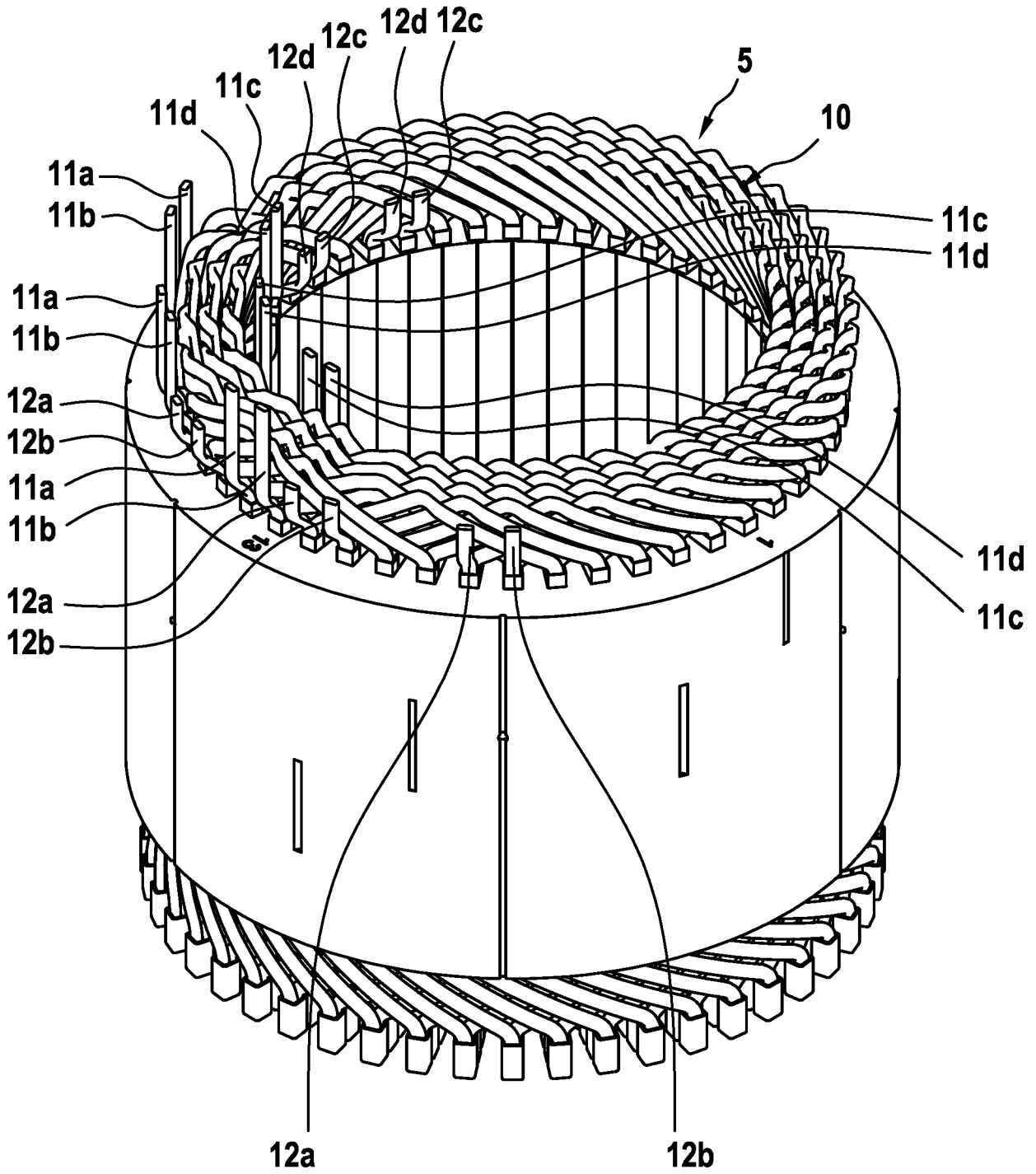
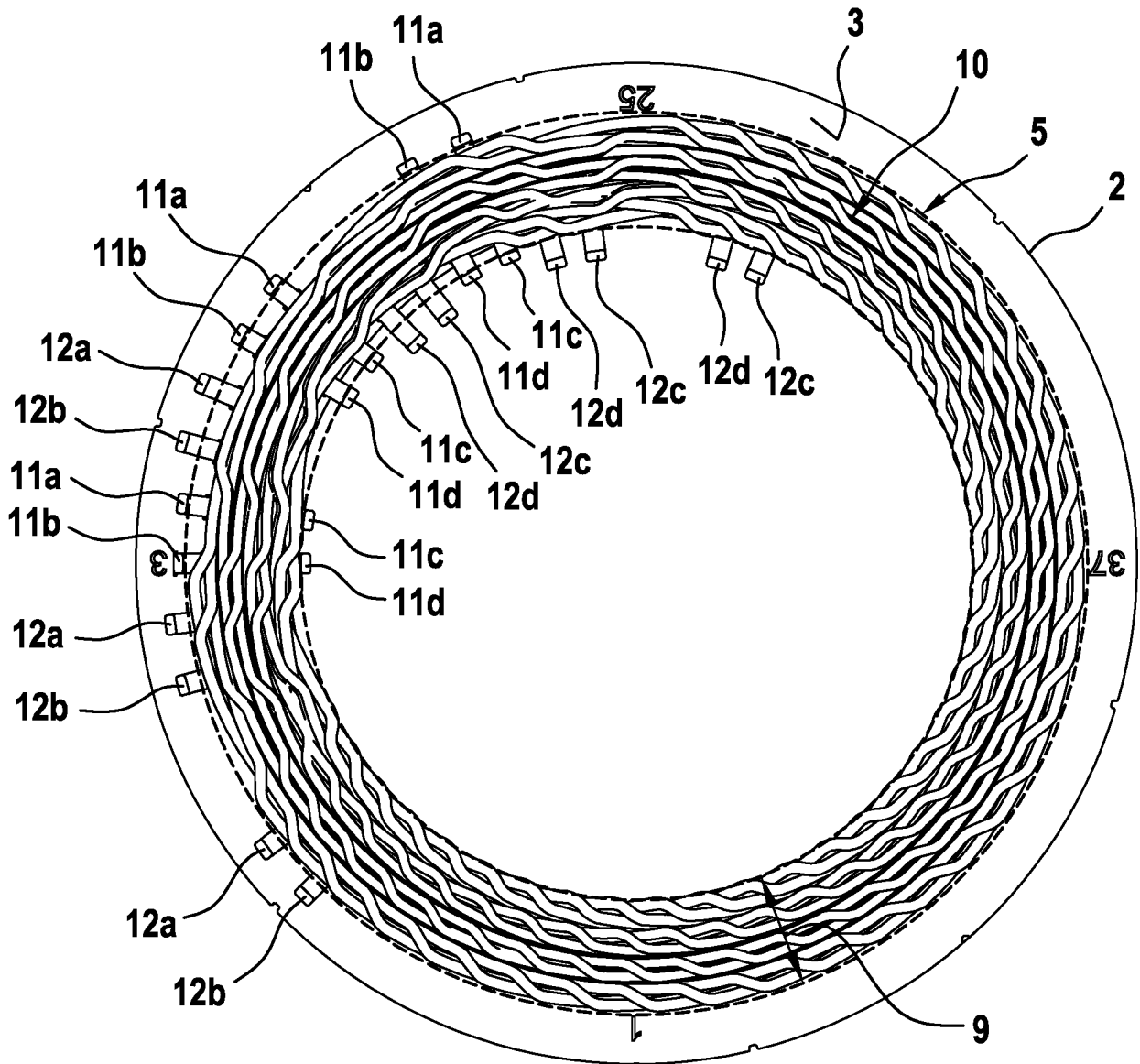
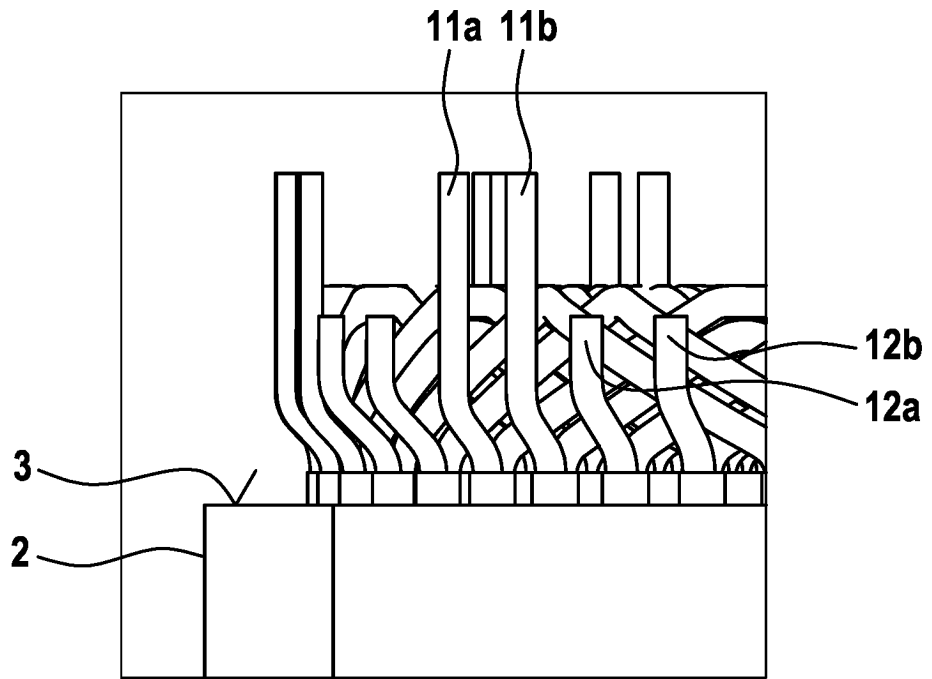


Fig. 3





**Fig. 4**



**Fig. 5**

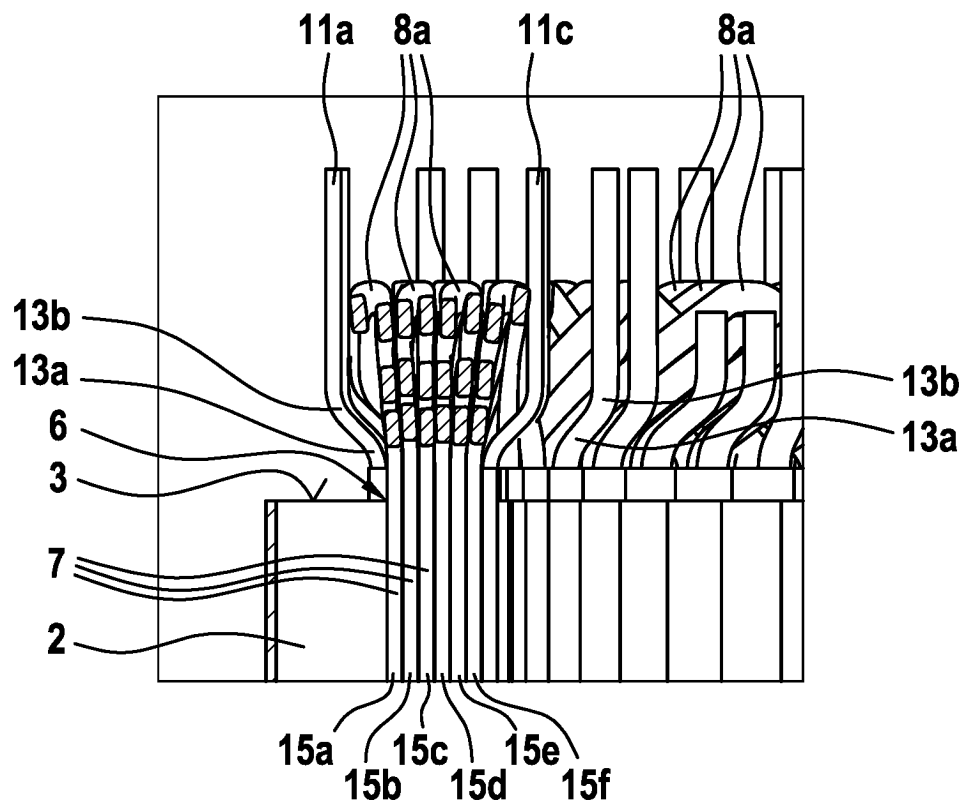


Fig. 6

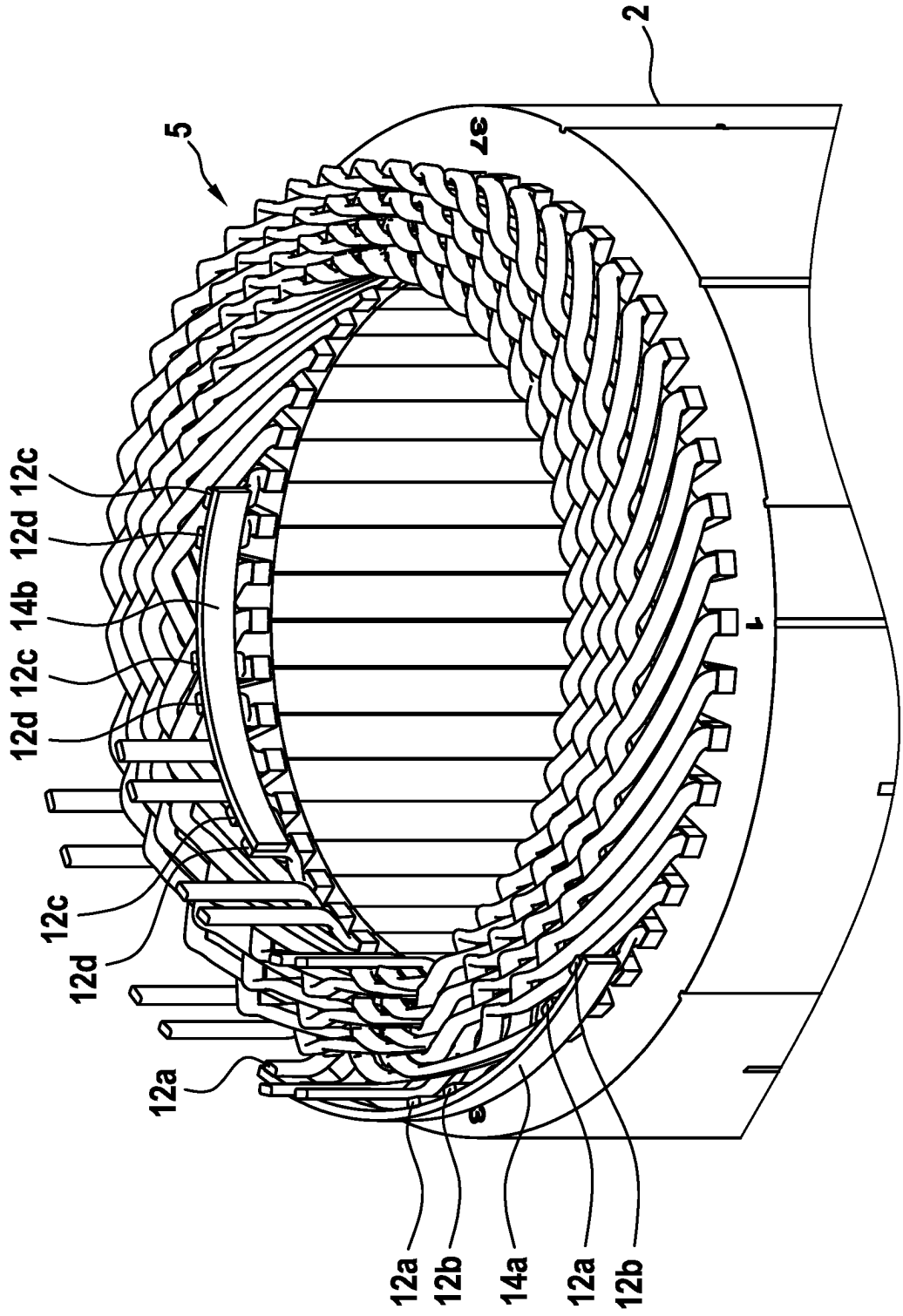


Fig. 7

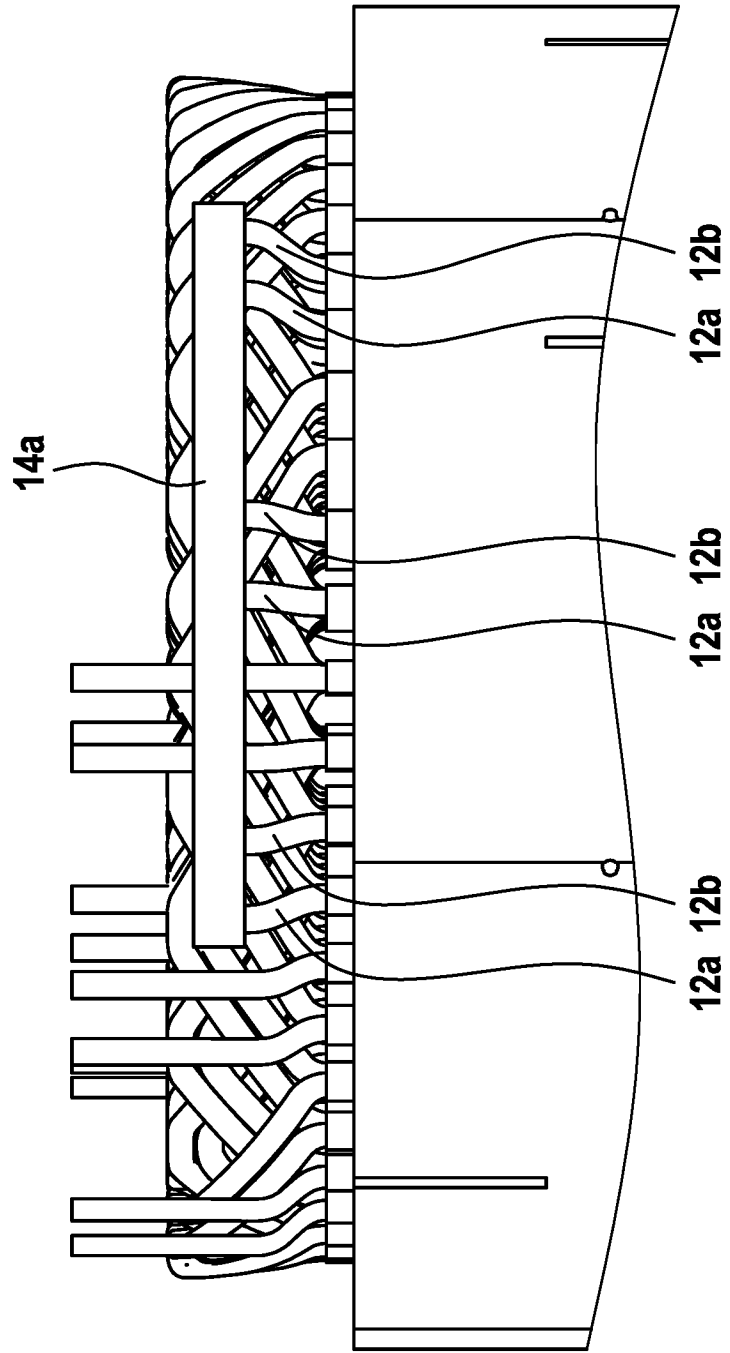


Fig. 8

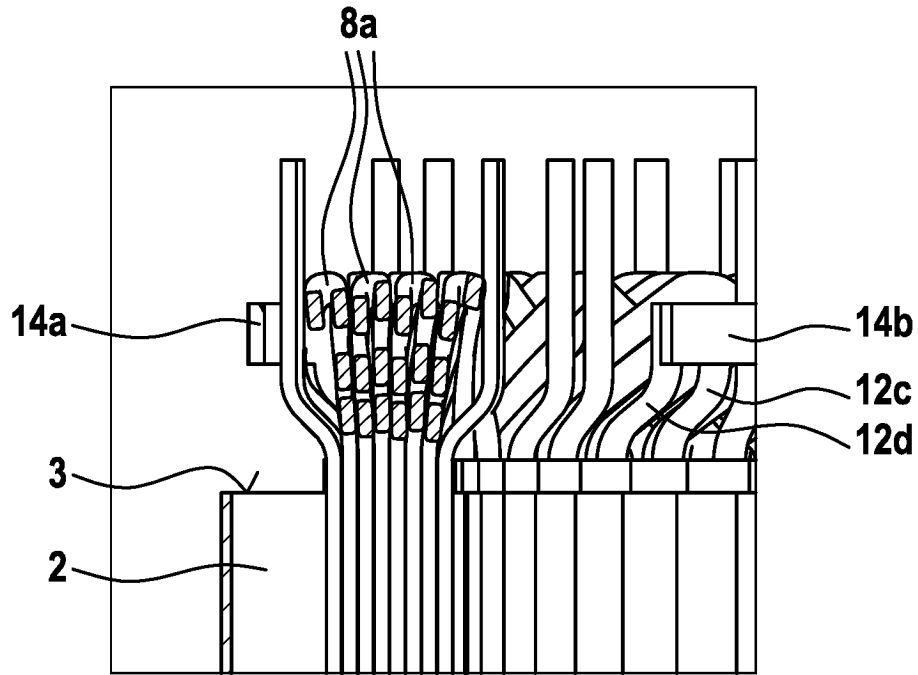


Fig. 9

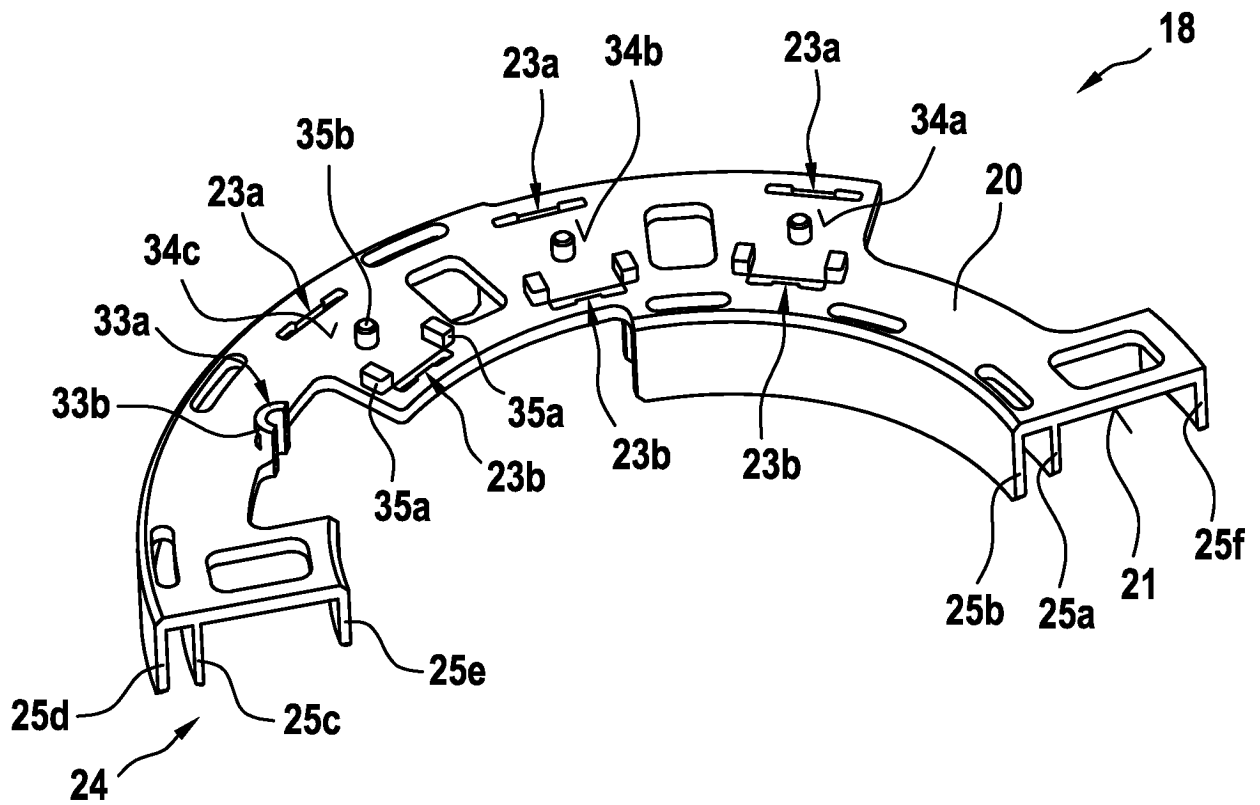


Fig. 10

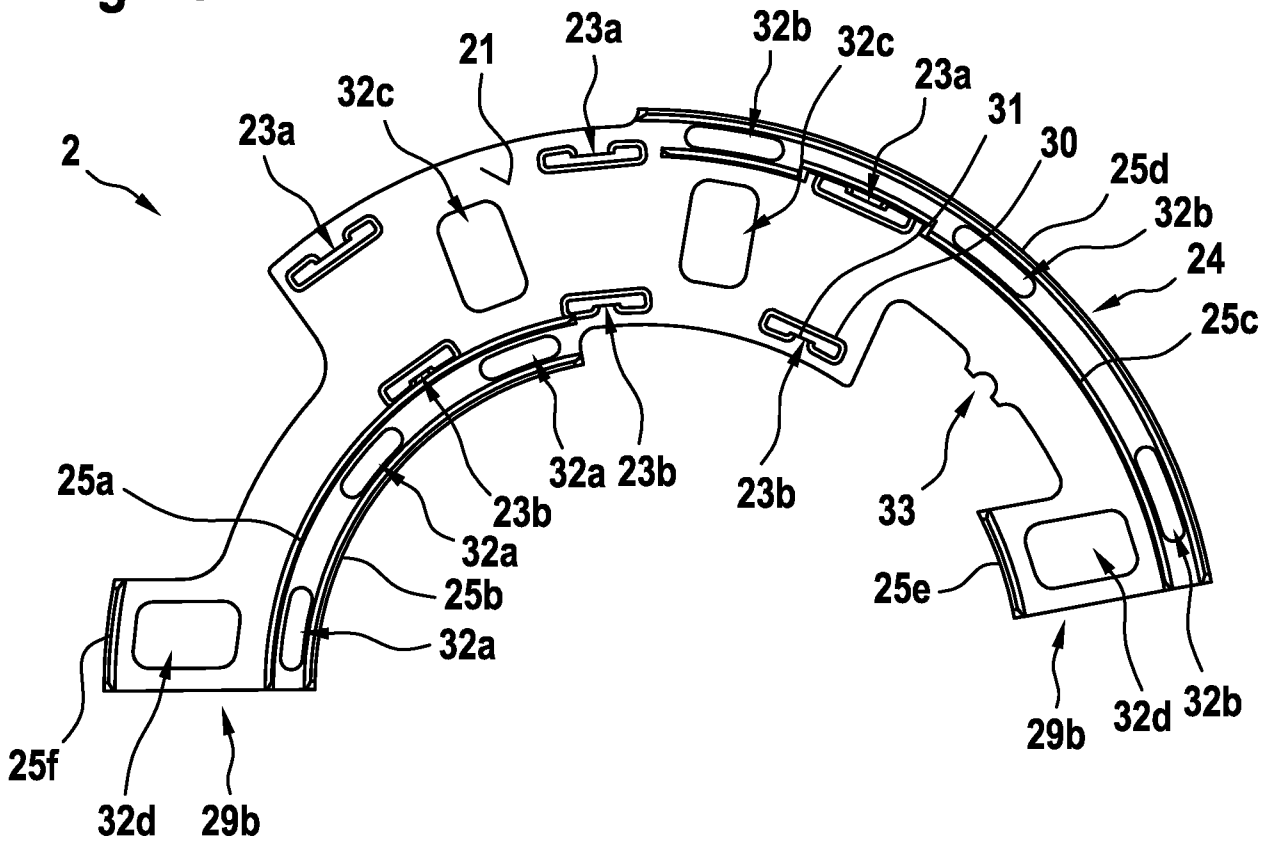


Fig. 11

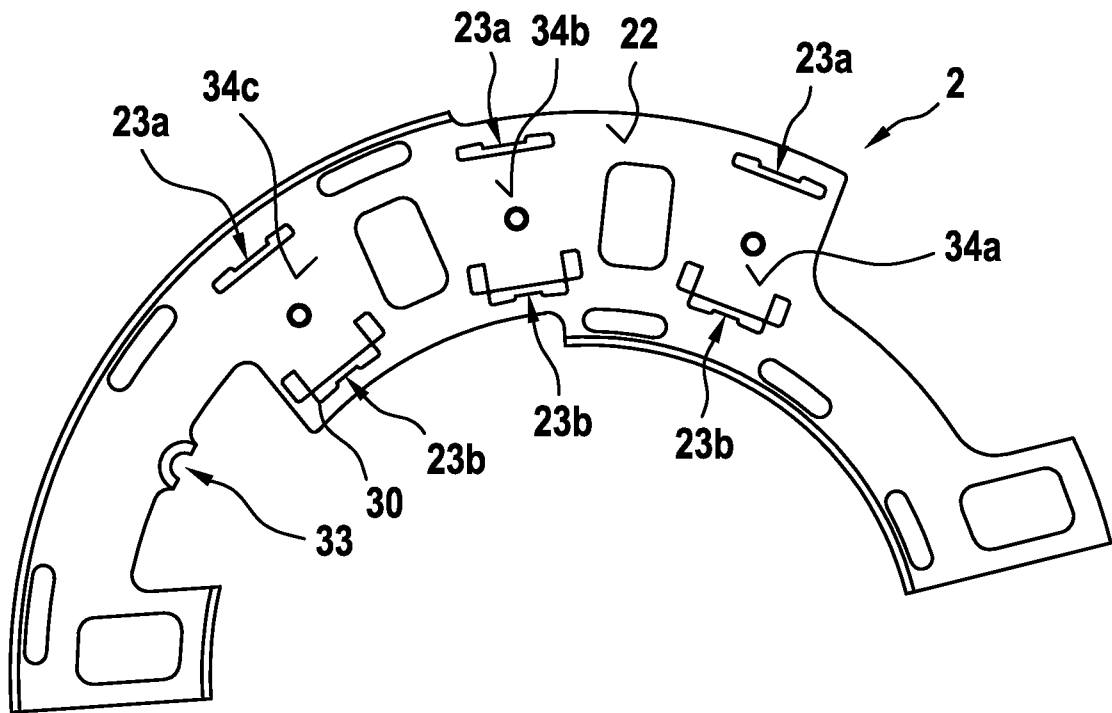
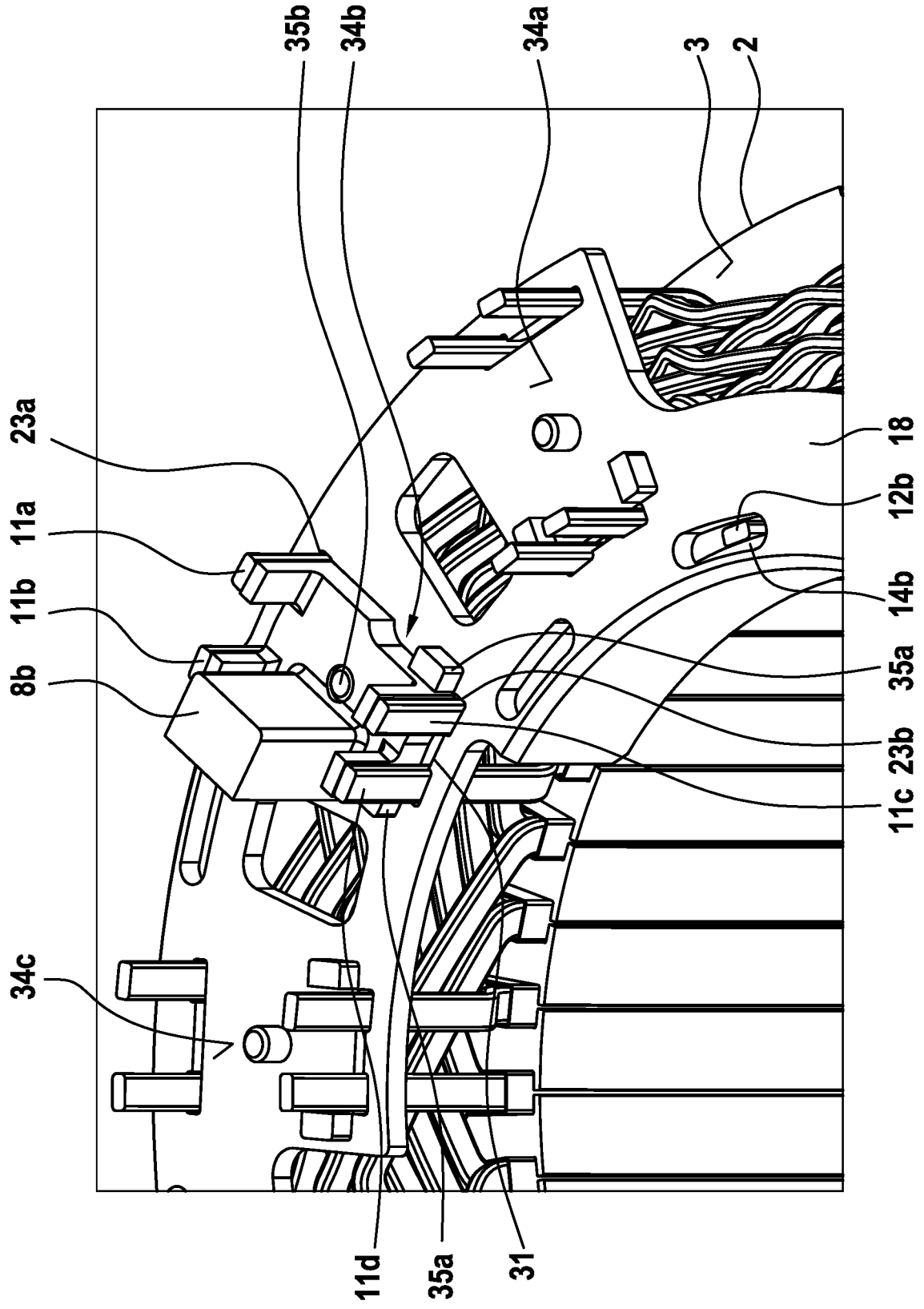


Fig. 12



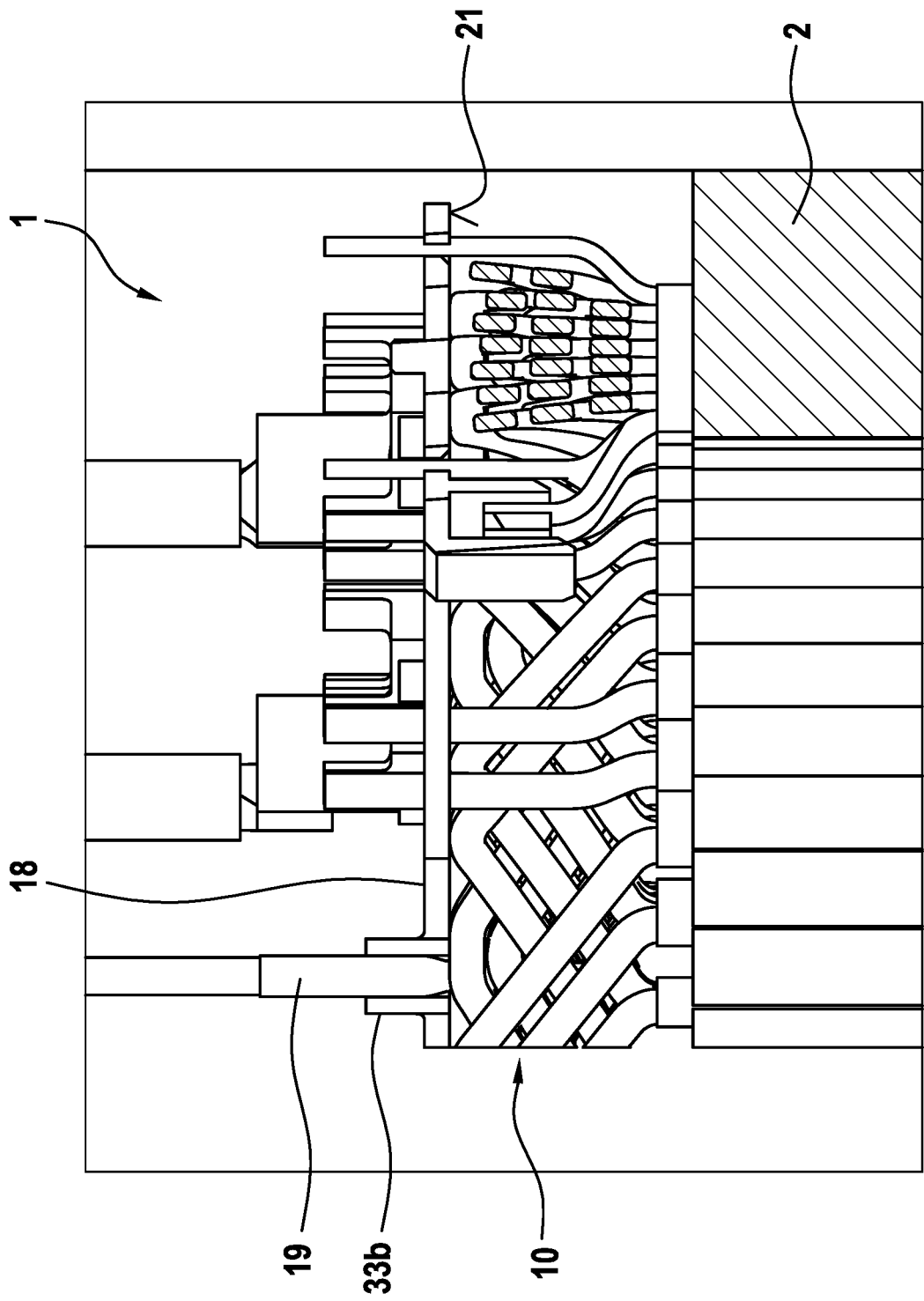


Fig. 13

**Fig. 14**

